

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

J1017 U.S. PTO
09/837103
04/18/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 4月20日

出願番号
Application Number:

特願2000-119979

出願人
Applicant(s):

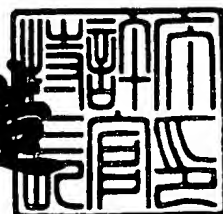
ヤマハ株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年 3月23日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 C28457

【提出日】 平成12年 4月20日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03C 3/00

【発明の名称】 音楽情報デジタル信号の変調装置、復調装置および記録方法

【請求項の数】 7

【発明者】

 【住所又は居所】 静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

 【氏名】 石井 潤

【特許出願人】

 【識別番号】 000004075

 【氏名又は名称】 ヤマハ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100098084

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 川▲崎▼ 研二

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 038265

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 音楽情報デジタル信号の変調装置、復調装置および記録方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定ビット数の単位データからなり、非同期に発生する音楽情報デジタル信号を順次受け取るとともに、所定ビット数の単位データからなる同期信号を必要なだけ補充することにより、音楽情報デジタル信号の間隙を埋め、音楽情報デジタル信号または同期信号である単位データを連続的に繋いだデータ信号を出力する変換手段と、

前記単位データを 1 シンボルとし、多値差分位相シフトキーイングによって、前記データ信号を音信号に変換する変調手段と

を備えることを特徴とする音楽情報デジタル信号の変調装置。

【請求項 2】 前記単位データが N ビットのデジタルデータであり、前記変調手段は、 $M \geq 2N$ とした場合に、 M 値の差分位相シフトキーイングによって変調を行うことを特徴とする請求項 1 記載の音楽情報デジタル信号の変調装置。

【請求項 3】 前記音楽情報デジタル信号は $MIDI$ 信号であり、前記単位データが 4 ビットのデジタルデータであり、前記変調手段は、16 値の差分位相シフトキーイングによって変調を行うことを特徴とする請求項 1 記載の音楽情報デジタル信号の変調装置。

【請求項 4】 前記単位データの最上位ビットの値が 1 であるときに、前記変調手段が、その音楽情報デジタル信号に対応するデータ信号の 16 値差分位相シフトキーイングにおける位相空間配置を、相対位相 0 度の近傍に配置することを特徴とする請求項 3 記載の音楽情報デジタル信号の変調装置。

【請求項 5】 音楽情報デジタル信号が、無信号、コントロールチェンジの先頭データ及びノートオンの先頭データのうちのいずれかに対応するものである場合に、前記変調手段が、その音楽情報デジタル信号に対応するデータ信号の 16 値差分位相シフトキーイングにおける位相空間配置を、相対位相 180 度の近傍に配置することを特徴とする請求項 3 記載の音楽情報デジタル信号の変調装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の音楽情報デジタル信

号の変調装置によって生成された音信号から元の音楽情報デジタル信号を復調する復調装置において、

記録媒体から読み出された前記音信号または伝送路を介して受信された音信号からデジタル信号を復調する復調手段と、

デジタル信号から前記同期信号を取り除いて音楽情報デジタル信号を出力するデータ変換手段と

を備えることを特徴とする音楽情報デジタル信号の復調装置。

【請求項 7】 所定ビット数の単位データからなり、非同期に発生する音楽情報デジタル信号を順次受け取るとともに、所定ビット数の単位データからなる同期信号を必要なだけ補充することにより、音楽情報デジタル信号の間隙を埋め、音楽情報デジタル信号または同期信号である単位データを連続的に繋いだデータ信号を出力する変換過程と、

前記単位データを 1 シンボルとし、多値差分位相シフトキーイングによって、前記データ信号を音信号に変換する変調過程と、

前記変調過程により得られた音信号を、複数チャンネルの音信号を記録可能な記録媒体の 1 チャンネルに記録する過程と

を具備することを特徴とする音楽情報デジタル信号の記録方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】

この発明は、M I D I (Musical Instrument Digital Interface) 等の音楽情報デジタル信号を音信号として記録媒体に対する記録し再生する場合または無線若しくは有線の伝送路を介して伝送する際に用いて好適な音楽情報デジタル信号の変調装置、復調装置および記録方法に関する。

【0 0 0 1】

【従来の技術】

従来の技術として、音楽用 C D (C D - D A ; Compact Disc-Digital Audio) の右または左の音楽用チャンネルの一つに M I D I 信号を音響信号として記録するものがある。M I D I 信号は、8 ビットを 1 ワードとする数値データであって、これを音響信号に変換する際には、基本的には、2 値の F S K (Frequency Shift

t Keying) が使用されている。そして、F S K 変調された音響信号が、さらに P C M (Pulse Code Modulation) によって音楽用のデータ形式となるようにデジタル化され、そのデジタルデータが C D のオーディオトラックの 1 つに記憶されるようになっている。

【 0 0 0 2 】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、音楽用 C D は、2 チャンネルのそれぞれにサンプリング周波数 4 4 . 1 k H z、量子化ビット数「1 6」の条件でデジタル化された音楽信号が記録できるようになっている。M I D I データを音響信号として、1 つのオーディオチャンネルに記録する際にも、このサンプリング周波数と量子化ビット数の制限が加わることになる。上述したような従来の技術においては、M I D I 信号の音響化の際に、基本的には 2 値 F S K 方式を利用するとともに、さらに圧縮技術や変調周波数の可変技術などを組み合わせることによって、データの転送効率の向上を図り、M I D I データの転送レートとして、3 ～ 1 0 k b p s 程度を達成しているものがある。しかしながら、規格上の M I D I データの転送速度は 3 1 . 2 5 k b p s であるため、3 ～ 1 0 k b p s 程度の速度では、簡単な音楽情報の記録には使用できるものの、例えばアンサンブル等のデータ量の多い音楽情報を送ることができないという問題があった。この対策としてデータ圧縮を利用する方法があるが、データ圧縮を利用すると、その圧縮方法によっては、音量の分解能が低く抑えられたり、あるいは、システムエクスクルシブメッセージ等の複数ワードからなるコマンドを利用することができなくなる、といった別の問題が生じる。このような問題は音楽情報デジタル信号の記録再生を行う場合のみならず、その伝送を行う場合にも生じる。

【 0 0 0 3 】

本発明は、複数の音楽用記録チャンネルを有する C D 等の記録媒体において音楽用記録チャンネルに M I D I データ等の音楽情報デジタルデータを音信号として記録したり、伝送路を介して伝送する際に、記録または伝送されないデータを生じさせることなく、従来よりも高速に音楽情報デジタル信号の記録または伝送を行うことを可能にする音楽情報デジタル信号の変調装置、復調装置及び記録方

法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 4 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、この発明は、所定ビット数の単位データからなり、非同期に発生する音楽情報デジタル信号を順次受け取るとともに、所定ビット数の単位データからなる同期信号を必要なだけ補充することにより、音楽情報デジタル信号の間隙を埋め、音楽情報デジタル信号または同期信号である単位データを連続的に繋いだデータ信号を出力する変換手段と、

前記単位データを1シンボルとし、多値差分位相シフトキーイングによって、前記データ信号を音信号に変換する変調手段と

を備えることを特徴とする変調装置を提供するものである。

【 0 0 0 5 】

また、この発明は、上記変調装置によって生成された音信号から元の音楽情報デジタル信号を復調する復調装置において、

記録媒体から読み出された前記音信号または伝送路を介して受信された音信号からデジタル信号を復調する復調手段と、

デジタル信号から前記同期信号を取り除いて音楽情報デジタル信号を出力するデータ変換手段と

を備えることを特徴とする音楽情報デジタル信号の復調装置を提供するものである。

【 0 0 0 6 】

さらにこの発明は、所定ビット数の単位データからなり、非同期に発生する音楽情報デジタル信号を順次受け取るとともに、所定ビット数の単位データからなる同期信号を必要なだけ補充することにより、音楽情報デジタル信号の間隙を埋め、音楽情報デジタル信号または同期信号である単位データを連続的に繋いだデータ信号を出力する変換過程と、

前記単位データを1シンボルとし、多値差分位相シフトキーイングによって、前記データ信号を音信号に変換する変調過程と、

前記変調過程により得られた音信号を、複数チャンネルの音信号を記録可能な

記録媒体の1チャンネルに記録する過程と

を具備することを特徴とする音楽情報デジタル信号の記録方法を提供するものである。

【0007】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明による音楽情報デジタル信号の変・復調装置の実施形態について説明する。図1は、本発明による音楽情報デジタル信号の変・復調システムの全体構成を示すブロック図である。本実施形態の変・復調システム1は、変調装置10と、オーディオ記録装置20と、復調装置30とを備えて構成されている。

【0008】

(1) 変調装置10の全体構成

変調装置10は、MIDI→Data変換モジュール11と、変調モジュール12とから構成されている。変換モジュール11には、非同期にMIDIデータが入力される。個々のMIDIデータは、8ビットの整数倍のビット長を有しているため、4ビットの単位データに分けることができる。変換モジュール11は、非同期に入力されるMIDIデータの隙間を埋めるように上記単位データと同じ4ビットの同期信号(SYNC Nibble)を必要な個数だけ補充する。また、このようにして補充されるキャラクタ同期信号とMIDIデータとの混同を防止するために必要な変換処理を実行する。変換モジュール11は、このような処理を行うことにより、元の非同期なMIDIデータを含んだ連続したビットストリームデータを出力する。このビットストリームデータは、各々MIDIデータの一部または同期信号である4ビット長の単位データに区切ることができるため、以下ではNibbleストリームデータと呼ぶ。変調モジュール12は、変換モジュール11からNibbleストリームデータを受け取り、4ビットの単位データ(Nibble)を1symbol(シンボル)としてオーディオ帯域の周波数を持つキャリアを変調し、この変調により得られるオーディオ帯域の信号(以下、単に音響信号という)を出力する。

【0009】

(2) オーディオ記録装置 2 0 の全体構成

変調装置 1 0 から出力された音響信号はオーディオ記録装置 2 0 に入力され、このオーディオ記録装置 2 0 により、例えば C D - R (CD Recordable)、D V D - R (Digital Video Disc Recordable) 等の光磁気記録媒体 2 2 に録音される。このオーディオ記録装置 2 0 は、C D - R ドライブ、D V D - R ドライブ等とその記録制御回路とを備えて構成されているオーディオ信号記録装置 2 1 と、C D - R O M、D V D - R O M ドライブ等とその復調制御回路とを備えて構成されているオーディオ信号復調装置 2 3 とから構成されている。オーディオ信号記録装置 2 1 は、変調装置 1 0 から出力される音響信号と、図示しない外部の音響装置から供給されるアナログあるいはデジタルの音響信号とを受け取り、これらに対して P C M 変換等を行って所定形式のデジタルオーディオ信号に変換し、記録媒体 2 2 の各オーディオチャンネル（オーディオトラック）に記録（録音）する。記録媒体 2 2 は、オーディオ信号記録装置 2 1 およびオーディオ信号復調装置 2 3 に対して、交換可能に装着されものである。例えば M I D I およびオーディオ信号の再生機能を備える自動電子ピアノ等の電子機器やパーソナルコンピュータ内の C D - R O M ドライブや D V D - R O M ドライブで再生可能なものである。オーディオ信号復調装置 2 3 は、再生時に、記録媒体 2 2 の各オーディオチャンネルに記録されている各デジタルオーディオ信号を復調する。そして、例えば 1 つのオーディオチャンネルから復調されたデジタルオーディオ信号を図示しない音響装置へ出力し、他のオーディオチャンネルから復調されたデジタルオーディオ信号であって M I D I 信号から生成されたものを復調装置 3 0 へ供給する。

【 0 0 1 0 】

なお、オーディオ記録装置 2 0 から出力される復調信号は、録音時の変調信号と同じ物の筈であるが、帯域カット、位相の乱れ等が発生している恐れがあり、記録装置 2 0 の選択には周波数特性、位相特性（特に群遅延特性）を考慮し、記録媒体 2 2 としては、上述したような光磁気記録媒体に限定されるものではないが、できるだけ線形性、直線位相性の高いものを選択することが望ましい。

【 0 0 1 1 】

(3) 復調装置 3 0 の全体構成

復調装置30は、復調モジュール31と、Data→MIDI変換モジュール32とから構成されている。オーディオ記録装置20のオーディオ信号復調装置23から出力された復調信号（MIDI信号から得られたデジタルオーディオ信号）は復調モジュール31に入力される。復調モジュール31では、MIDIデータやキャラクタ同期信号の各ビットに同期したクロック信号が復調信号から取り出され、クロック信号に同期してMIDIデータや同期信号からなるNibbleストリームデータの各ビットが復調される。復調モジュール31によって復調されたNibbleストリームデータは、変換モジュール32に入力され、キャラクタ同期が取られ、4ビットの整数倍のビット長のMIDIデータが復元され、外部のアプリケーションやMIDIデータ再生装置に渡される。

【0012】

なお、図1に示す変調装置10、オーディオ記録装置20、復調装置30は、例えば、汎用のコンピュータおよび、その周辺装置と、それによって実行されるプログラムとの組み合わせによって実現することが可能である。その場合にコンピュータによって実行されるプログラムは、コンピュータ読み取り可能な記録媒体あるいはネットワークを介して配布することが可能である。

【0013】

（4）本実施形態に係る変・復調システム1の具体例

以上説明した変・復調システム1の具体的仕様を図2に例示する。図2に示すように、この具体例では、記録媒体22における変調波記録チャンネルはR（右）Channelであり、例えば記録媒体22がCDである場合にはL（左）. Ch. にはオーディオ信号を記録する。伝送速度は25.2 kbps（kbit/sec）であり、MIDI信号にはSTART、STOPの各ビットが存在することを勘案すると、これはMIDIの31.25 kbpsに近い伝送速度である。Carrier（キャリア）周波数は6.30 kHzである。Symbol（シンボル）速度は6.30 kbaud（ksymbol/sec）である。Symbol当たりビット数は4 bit/symbolである。符号化方式は4 bitグレイコードである。変調方式は16値DPSK（16値差分位相シフトキーイング）である。検波方式は同期検波である。データ同期方式は同期情報（同

期ニブル) によるものである。録音時オーディオ信号遅延時間は 0 m s e c である。再生時オーディオ信号遅延時間は 5 0 0 m s e c である。録音レベルは - 6 . 0 ~ - 1 2 . 0 d B (フルレンジに対しての値) である。そして、曲先頭無信号区間は 2 . 0 s e c 以上であり、これは同期を取るために必要な時間に基づいて決定される。

【 0 0 1 4 】

(5) M I D I → D a t a 変換モジュール 1 1 および D a t a → M I D I 変換モジュール 3 2 の構成および動作

次に、図 3 ~ 図 2 2 を参照して図 1 に示す M I D I → D a t a 変換モジュール 1 1 および D a t a → M I D I 変換モジュール 3 2 の構成および動作について詳細に説明する。図 3 は M I D I → D a t a 変換モジュール 1 1 の構成ブロック図であり、図 4 は D a t a → M I D I 変換モジュール 3 2 の構成ブロック図である。

【 0 0 1 5 】

図 3 に示すように、データ変換部 1 1 2 は、非同期で供給される M I D I データを、連続した同期伝送を可能とするようなデータに変換する装置である。データ変換用メモリ 1 1 6 には、この変換を行うためのデータ変換テーブルが格納されている。データ変換部 1 1 2 は、非同期に供給される M I D I データに対して、各々の隙間を埋めるように同期信号 (S Y N C N i b b l e) 「 F 」 (1 6 進表記。以下、特に示さない限り、データは 1 6 進表記である。) を必要な個数だけ補充し、連続同期データとして出力する装置である。ここで、同期信号として「 F 」を採用したのは、この「 F 」をステータスバイトの上位 4 ビット (M S N : Most Significant Nibble) として含む M I D I データは種類が少なく、かつ、そのような M I D I データは、いわゆるシステムメッセージであり、発生頻度が低いからである。また、データ変換部 1 1 2 は、 M I D I データに対して S Y N C N i b b l e 「 F 」を補充する他、必要に応じて、ステータスデータの先頭データのデータ変換処理を行う。これは発生頻度が少ないとは言え、ステータスデータの M S N が「 F 」である M I D I データが発生する場合もあり、このステータスデータの M S N 「 F 」をそのままにして S Y N C N i b b l e 「 F 」が補充

されると、受信装置側においてステータスデータのMSN「F」を認識することができなくなるからである。データ変換用メモリ16には、この変換を行うためのデータ変換テーブルが格納されている。

【0016】

図5は、このデータ変換テーブルの内容を示すものである。図5に示すように、本実施形態では、MIDIデータのステータスデータのMSNが「F」である場合、この「F」を「C」に変換する。また、この「F」についてのデータ変換に伴う弊害を防止するため、ステータスデータのMSNが「C」である場合には、この「C」を「C4」に変換する。データ変換によってMSNが「F」から「C」に変更されたステータスデータと、MSNが元々「C」であるステータスデータとを区別するためである。また、この「C」についてのデータ変換によって生じる弊害を防止するため、ステータスデータが「F4」または「F5」である場合には、「F」を「C5」に変換する。

【0017】

本実施形態において、ステータスデータのMSNが「F」である場合にこの「F」を「C」に置き換えるのは次の理由によるものである。まず、ステータスデータのMSN「F」を「C」に置き換えると、この置換後のステータスデータと元々MSNが「C」であるステータスデータとの区別が付かなくなる。このため、本実施形態では、上記の通り、元々MSNが「C」であるステータスデータについてはこの「C」を「C4」に置き換えた。従って、元々MSNが「C」であるステータスデータが発生する度に、4ビットのデータ「4」が送信データに追加されることとなる。しかし、MSNが「C」であるステータスデータは、プログラムチェンジを指令するデータであり、発生頻度が低いため、「C」を「C4」に置き換えるようにしたとしても、データ伝送効率を悪化させることはないと考えられる。また、プログラムチェンジは、リアルタイム性の要求が低いため、このプログラムチェンジを要求するデータの「C」を「C4」に置き換えたことにより受信側での当該データの復号が多少遅れたとしても何等問題はない。さらに、プログラムチェンジの命令信号は、その前後に連続してデータが存在することがほとんどなく、当該データの処理時間が後続データのリアルタイム性に悪影

響を及ぼすこともない。そこで、本実施形態では、ステータスデータのMSNが「F」である場合にこの「F」を「C」に置き換えることにしたのである。

【0018】

さらに、本実施形態において、ステータスバイトが「F4」あるいは「F5」であるMIDIデータのデータ変換において、4ビットデータ「5」を付加した理由を述べる。そもそも、ステータスバイトが「F4」あるいは「F5」であるMIDIデータは、その命令内容が未定義であり、現状では伝送データ効率等の問題を考慮する必要はない。しかし、本実施形態においては、将来の使用可能性およびデータの透過性確保を鑑み、これらのMIDIデータについてもデータ変換テーブルを設けることとしたものである。そして、これらのMIDIデータに対して4ビットを付加するデータ変換を行ったのは、リアルタイム性において後続MIDIデータに悪影響が起こらない点を考慮したものである。

【0019】

同期データ生成部113は、データ変換部112から非同期に供給されるデータの間にSYNC Nibbleを介挿し、連続する同期データを生成する。本実施形態では、このSYNC Nibbleとして「F」を使用している。

【0020】

次に、図6～図11を参照して、図3に示すMIDI→Data変換モジュール11の動作について説明する。図6は、図3に示すデータ変換部112に、非同期に供給されるMIDIデータを例示する図である。同図において、「904040」および「804074」はそれぞれMIDIデータを示し、破線部はMIDIデータが存在しない期間を表している。データ変換部112は上述したデータ変換テーブル（図5）に基いてデータ変換を行うが、図6に例示したMIDIデータのMSNは「C」でも「F」でもないため、該データに対して特にデータ変換を行わずに、同期データ生成部113に供給する。図7は、この場合におけるデータ変換部112から出力される信号を示す図である。そして、同期データ生成部113は、これらのデータの間に、データ間の時間間隔に応じてSYNC Nibble「F」を隙間なく介挿する。そして、図8に示すように連続したNibbleストリームデータを生成する。

【 0 0 2 1 】

さらにデータ変換部 1 1 2 による、データ変換の別例を示す。図 9 は、データ変換部 1 1 2 に供給された M I D I データ「C F」を例示する図である。この場合も、データ変換部 1 1 2 はデータ変換テーブル（図 5）に基づいてデータ変換を行い、該 M I D I データに対しては、M S N 「C」を「C 4」に変換する。すなわち、データ変換部 1 1 2 は、供給された M I D I データ「C F」を「C 4 F」にデータ変換した後、該データを同期データ生成部 1 1 3 に供給する。図 1 0 は、この場合における、データ変換部 1 1 2 の出力データ内容を示したものである。同期データ生成部 1 1 3 は、これらのデータの間には SYNC N i b b l e 「F」を介挿し、図 1 1 に示すように連続した N i b b l e ストリームデータを生成する。

【 0 0 2 2 】

以上のようにして、データ変換部 1 1 2 に非同期に供給される M I D I データは、データ変換部 1 1 2 および同期データ生成部 1 1 3 により、N i b b l e ストリームデータに変換される。

【 0 0 2 3 】

次に、図 4 に示す D a t a → M I D I 変換モジュール 3 2 の構成と動作について説明する。図 4 に示す D a t a → M I D I 変換モジュール 3 2 内の M I D I データ変換部 3 2 3 は、入力された復調データを M I D I データに変換して出力する装置である。M I D I データ変換用メモリ 3 2 4 には、この M I D I データ変換のためのプログラムが格納されている。M I D I データ変換部 3 2 3 は、図 1 2 にフローを示す制御プログラムに従い、元の M I D I データを復元する。同図に示すように、このフローは、ステップ S B 1 ～ S B 6 からなる「音楽情報待機処理」、ステップ S B 1 0 ～ S B 1 5 からなる「判別用単位データ待機処理」およびステップ S B 2 0 ～ S B 2 4 からなる「後続単位データ待機処理」から構成されている。以下に、この制御プログラムの内容を理解しやすくするために、具体例を用いて説明する。

【 0 0 2 4 】

（具体例 1）M I D I データ変換部 3 2 3 に N i b b l e ストリームデータ「F

F904F0FFF」(データD1～D10)が供給された場合(図13)。該データは「904F0F」の前後に単位データ「F」が付加されたものに対応するものである。MIDIデータ変換部323は、まず、復元すべき元のMIDIデータの先頭データ(MSN)に相当する単位データを見つけるために、「音楽情報待機処理」(ステップSB1～SB6)を行う。本具体例では、はじめに単位データ「F」(データD1)が供給されるが(ステップSB2)、MIDIデータ変換部323は、該単位データは「F」であるため(ステップSB3: YES)、該単位データは無視する(ステップSB4)。

【0025】

上記判別は、上述したデータ変換テーブル(図5)において、すべてのMIDIデータは、先頭単位データが「F」とならないようにデータ変換されていることに基づくものである。その後MIDIデータ変換部323は、次の単位データが供給されるのを待機する(ステップSB4)。本具体例では、次に単位データ「F」(データD2)が供給されるが(ステップSB2)、この際も、MIDIデータ変換部323は上記と同様の制御を行い(ステップSB3、SB4)、該単位データ「F」は無視する。

【0026】

次に、単位データ「9」(データD3)が供給されると(ステップSB2)、MIDIデータ変換部323は、該単位データが「F」ではないため、該単位データが元のMIDIデータのMSBに相当するものであると判別する(ステップSB3: NO)。MIDIデータ変換部323は、該単位データは「C」でもないため(ステップSB5: NO)、元のMIDIデータのMSNは「9」であると判別する(ステップSB6)。この判別は、上述したデータ変換テーブル(図5)において、MSNが「C」または「F」以外のMIDIデータは、データ変換の対象になっていないことに基づくものである。

【0027】

その後、MIDIデータ変換部323は、「後続データ待機処理」(ステップSB20～SB24)を行い、該MSB「9」に後続するデータを判別してMIDIデータを復元する。本具体例では、MIDIデータ変換部323に、次の単

位データ「0」（データD4）が供給されることになるが（ステップSB20：YES）、該単位データの値より、MIDIデータ変換部323は、元のMIDIデータのLSNが「0」であることを判別する（ステップSB21）。この判別は、上述したデータ変換テーブル（図5）において、MIDIデータの先頭データ（MSN）以外のデータは、データ変換の対象になっていないことに基づくものである。つまり、この段階で、MIDIデータ変換部323は、元のMIDIデータのMSNおよびLSN（ステータスバイト）が「90」であることを判別する。そして、MIDIデータ変換部323は、確定したステータスバイトの値から、該ステータスバイトに後続するデータバイトの長さを判別する。この具体例においては、ステータスバイト「90」に後続するデータバイトは2つ存在することを判別する（ステップSB22）。

【0028】

その後、MIDIデータ変換部323は、供給される4つの単位データ（データD5からD8まで）を、2つのデータバイト「4F」「0F」と判別し（ステップSB23）、1つのMIDIデータ「904F0F」を復元させる（SB24）。以上が、「後続単位データ待機処理」の内容であり、その後、MIDIデータ変換部323は、再度「音楽情報待機処理」を行い、次のMIDIデータの先頭（MSN）に相当するデータの有無を判別する（ステップSB2）。

【0029】

なお、この具体例では、その後供給される単位データはいずれも「F」であるため（データD9、D10）、MIDIデータ変換部323は、これらの単位データ「F」を無視する制御を行う（ステップSB3、SB4）。図14は、MIDIデータ変換部323から出力されるMIDIデータを示したものである。同図において破線部はMIDIデータが存在しない区間を示す。

【0030】

（具体例2）MIDIデータ変換部323に「FFC4020FF」（データD11～D19）というNibbleストリームデータが供給された場合（図15）。この場合も、MIDIデータ変換部323は、まず、復元すべき元のMIDIデータの先頭データ（MSN）に相当する単位データを見つけるために、「音

楽情報待機処理」(ステップSB1～SB6)を行う。すなわち、MIDIデータ変換部323は、「F」以外の単位データが供給されるまで、供給された単位データは無視する制御を行う(ステップSB2、SB3、SB4)。よって、単位データD11とD12は無視する。

【0031】

そして、単位データ「C」(データD13)が供給されると(ステップSB2)、MIDIデータ変換部323は、該単位データが「F」以外のデータであるため、元のMIDIデータの先頭に相当するデータであることを判別する(ステップSB3:NO、ステップSB5:NO)。ただし、この場合、MIDIデータ変換部323は、MSNの値を判別することはできない。上述したデータ変換テーブル(図5)において、MSNが「C」のMIDIデータおよびMSNが「F」のMIDIデータのいずれもが、先頭単位データが「C」に変換されるからである。

【0032】

上記のように元のMIDIデータのMSNの値が特定できない場合、MIDIデータ変換部323は、「判別用単位データ待機処理」(ステップSB10～SB15)を行い、後続して供給される単位データの値を判別し、元のMIDIデータのMSNを特定する。この具体例においては、単位データ「4」(データD14)が供給されることになるが(ステップSB10:YES、ステップSB11:YES)、MIDIデータ変換部323は、該単位データの値より、元のMIDIデータのMSNが「C」であることを判別する(ステップSB12)。この判別は、上述したデータ変換テーブル(図5)において、MSNが「C」であるMIDIデータは、先頭単位データが「C4」に変換されることに基づくものである。

【0033】

上記のように元のMIDIデータのMSBが「C」であることを判別した後、MIDIデータ変換部323は、「後続データ待機処理」(ステップSB20～SB24)を行い、該MSB「C」に後続するMIDIデータを復元する。この後の処理は上述したものと同様であるため詳述しないが、MIDIデータ変換部

323は、後続して供給される単位データ「0」（データD15）から、元のMIDIデータのLSNが「0」であることを判別する（ステップSB21）。すなわち元のMIDIデータのステータスバイトは「C0」であることを判別する。そして、ステータスバイトが「C0」であるMIDIデータは、後続するデータバイトが1つ存在することも判別する（以上ステップSB22）。

【0034】

MIDIデータ変換部323は、さらに後続して供給される2つの単位データ（データD16とD17）を、1つのデータバイト「20」と判別し（ステップSB23）、MIDIデータ「C020」を復元させ（SB24）、後続単位データ処理を終了する。

【0035】

そして、MIDIデータ変換部323は、再度「音楽情報待機処理」を行うが、本具体例においては、その後に供給される単位データはいずれも「F」であるため（データD18、D19）、MIDIデータ変換部323は、これらの単位データ「F」を無視する（ステップSB3、SB4）。以上が、MIDIデータ変換部323に連続単位データ「FFC4020FF」（データD11～D19）が供給された場合のMIDIデータ変換部323の制御内容であり、図16は、この例におけるMIDIデータ変換部323から出力されるMIDIデータを示したものである。

【0036】

なお、MIDIデータ変換部323にNibbleストリームデータ「FFC54FF」が供給された場合も、MIDIデータ変換部323は上述したのと同様の制御を行う。すなわち、この場合は、単位データ「C」に後続して単位データ「5」が供給される（ステップSB5：YES、ステップSB10：YES、ステップSB11：NO、ステップSB13：YES）。よって、MIDIデータ変換部323は、MIDIデータのMSNは「F」と判別し（ステップSB14）、さらに後続して供給される単位データ「4」により、MIDIデータのステータスデータは「F4」とであると判別する（ステップSB20：YES、ステップSB21）。その他の制御内容については、上述した内容と同じであるため

説明を省略する。

【0037】

(具体例3) MIDIデータ変換部323に「FFCAFF」(データD21～D26)というNibbleストリームデータが供給された場合(図17)。この場合も、MIDIデータ変換部323は、まず「音楽情報待機処理」(ステップSB1～SB6)を行い、「F」以外の単位データが供給されるまで、供給された単位データは無視する制御を行う(ステップSB2、SB3、SB4)。よって、単位データD21とD22は「F」であるため無視する。

【0038】

次に、単位データ「C」(データD23)が供給されると(ステップSB2: YES)、MIDIデータ変換部323は、該単位データが「F」ではないため元のMIDIデータの先頭データに相当するものであると判別する(ステップSB3: NO、ステップSB5: YES)。ただし、上述したと同様の理由により、単位データ「C」のみからは元のMIDIデータのMSNの値を特定することはできない。

【0039】

その後、MIDIデータ変換部323は、「判別用単位データ待機処理」(ステップSB10～SB15)を行うが、本具体例では、単位データ「A」(データD24)が供給されることになる。この単位データの値より、MIDIデータ変換部323は、元のMIDIデータのMSNが「F」、LSNが「A」であることを判別する(ステップSB10、SB11、SB13、SB15)。この場合は、この時点で、元のMIDIデータのステータスバイトが判別できることになる。なお、この判別は、上述したデータ変換テーブル(図5)における、MSNが「F」であるMIDIデータの変換内容に基づくものである。

【0040】

そして、MIDIデータ変換部323は、ステータスバイトが「FA」であるMIDIデータは、後続するデータバイトが存在しないことを判別する(以上ステップSB22)。この場合は、MIDIデータ変換部323は、MIDIデータ「FA」を復元させ(SB24)、後続して供給される単位データを待機せず

に、「後続単位データ待機処理」を終了させる。

【0041】

そして、MIDIデータ変換部323は、再度「音楽情報待機処理」を行うが、本具体例においては、その後に供給される単位データはいずれも「F」であるため（データD25、D26）、MIDIデータ変換部323は、これらの単位データ「F」を無視する（ステップSB3、SB4）。以上が、MIDIデータ変換部323にNibbleストリームデータ「FFCAFF」（データD21～D26）が供給された場合のMIDIデータ変換部323の制御内容であり、図18は、この例におけるMIDIデータ変換部323から出力されるMIDIデータを示したものである。以上、MIDIデータ変換部323は、音楽情報待機処理、判別用単位データ待機処理および後続単位データ待機処理を行うことにより、供給される連続する単位データから元のMIDIデータを復元する制御内容を説明した。

【0042】

図19は、以上説明したMIDIデータ変換部323が行うこれら3つの処理（音楽情報待機処理1901、判別用単位データ待機処理1902および後続単位データ待機処理1903）の遷移過程を示したものである。

【0043】

（6）本実施形態における音響信号の変調方法

次に、図1に示す変・復調システム1におけるMIDIデータによる音響信号の変調方法について説明する。本実施形態においては、図2を参照して説明したように、変調方式は16値のDPSKを採用している。変調モジュール12では、MIDI→Data変換モジュール11から4ビットの単位データが入力されると、この単位データをグレイコードに変換し、一つ前の位相にグレイコード分の位相を足し合わせたものを次の位相とする。このような差分方式としたのは、例えば、SYNC Nibble「F」が入力されつづけた場合に位相が回転しないと、受信側（再生側）において同期が取れなくなるためで、差分信号を変調信号とすることにより確実に位相の変化を起こさせるようにしたためである。

【0044】

変調信号空間配置は、図20および図21に示すように設定する。図20は、16個の4ビット・グレイコードと相対位相（位相の差分）およびQ-I座標系で表現する場合のI成分とQ成分の関係を一覧にして示したものであり、図21はそれらを示すQ-I座標の図である。図20および図21に示す変調信号空間配置では、0FH(1111)を位相157.5degとして、グレイコードで左回りに配置する。0FHが位相157.5degであるので、同期獲得用のSync Nibble(4ビット)受信中には位相は変化し続けることが保証される。またMIDIデータはStatusとDataが交互に現れることから、グレイコードはなるべく相対位相が大きくなるように、08H以上と以下のデータをまんべんなく散らばらせるように工夫している。相対位相が0であるのは、差分値が0CHの時であるので、(1)00H→04H→08H→0CH→00H…、(2)01H→05H→09H→0DH→01H…、(3)02H→06H→0AH→0EH→02H…、(4)03H→07H→0BH→0FH→03H…が連続で続かない限り何等かの位相の移動が有る。MIDIでこのような特殊なデータ列が連続することは確率的に極めて低いので、スクランブル等は掛けなくても良い。

【0045】

より具体的には、図20および図21に示す変調信号空間配置では、MIDI信号においては、Status(先頭Nibbleのbit3が「1」)とData(先頭Nibbleのbit3が「0」)が交互に現れることから、MIDI信号を4bit単位に区切った各Nibbleのbit3が「1」すなわち最上位ビットが「1」のものが連続しないことが保証されていることを利用して、bit3が「1」のものを相対位相0度の近傍に集め、0度近傍のデータが連続しないようにしている(図21の①)。これは、0度近傍のデータが連続すると、データの変化点を検出できなくなり、復調時に同期トリガがはずれる可能性が高くなることが考えられるが、それを防止するためである。また、無信号(1111)、コントロールチェンジ(Bxxxxx)(xは不定を意味する)のMSN(1011)、およびノートオン(90xxxx)のMSN(1001)が多用されることに着目して、それらのデータ変化点を検出しやすくするため、相対

位相 180 度の近傍にこれらのデータを集めている（図 21 の②）。

【0046】

（7）変調モジュール 12 および復調モジュール 31 の例

次に、上記の変調方式を実現する図 1 に示す変調モジュール 12 および復調モジュール 31 の構成について、図 22～図 28 を参照して説明する。

①変調モジュール 12

図 22 は、変調モジュール 12 の構成を示すブロック図である。入力端 1201 から入力された Nibble は、ゼロ次ホールド 1202 によって 1 シンボル（4 ビット）時間保持された後、グレイコード変換部 1203 によって 4 ビットのグレイコードに変換される。グレイコード変換部 1203 から出力された 4 ビットのデータは加算回路 1204 を介して、モジュロ関数部 1205 へ入力される。モジュロ関数部 1205 は、入力数値を 16 で割ったときの剰余を出力する処理を行う。モジュロ関数部 1205 の出力は、1 データ分信号を遅延するディレイ回路 1206 を介して加算回路 1204 へ入力され、グレイコード変換部 1203 からの出力と加算される。加算回路 1204、モジュロ関数部 1205 およびディレイ回路 1206 とによって、グレイコード変換部 1203 から出力された相対位相が、絶対位相を示す値に変換される。

【0047】

モジュロ関数部 1205 から出力された絶対位相を示す 4 ビットのデータは、実軸成分（In-Phase 成分）を算出する実軸変換部 1207 と、虚軸成分（Quadrature-Phase 成分）を算出する虚軸変換部 1208 へ入力される。実軸変換部 1207 から出力された実軸成分と、虚軸変換部 1208 から出力された虚軸成分は、それぞれ、乗算回路 1209 と乗算回路 1210 に入力される。乗算回路 1209 および 1210 へは、さらに、余弦回路 1211 から出力される単位振幅のキャリア信号の余弦波成分と、正弦回路 1212 から出力される単位振幅のキャリア信号の正弦波成分とがそれぞれ入力され、実軸成分と虚軸成分とに掛け合わされる。余弦回路 1211 と正弦回路 1212 へは、ともに、所定のサンプリング周期毎に時間を表す信号を発生する時計回路 1214 の出力 t に $2\pi \cdot f_c$ を掛けた基準位相信号 $2\pi f_c t$ を出力する乗算回路 1213 の出力が入力されて

いる（ f_c ：キャリア周波数）。乗算回路 1 2 0 9 の出力と乗算回路 1 2 1 0 の出力は、加算回路 1 2 1 5 に入力され、そこで互いに加算される。そして、加算回路 1 2 1 5 の出力に接続されている出力端 1 2 1 6 から、入力端 1 2 0 1 から入力された 4 ビット単位の M I D I 信号に基づいて変調された音響信号が出力される。上記の構成では、乗算回路 1 2 0 9 および乗算回路 1 2 1 0、余弦回路 1 2 1 1 および正弦回路 1 2 1 2、時計回路 1 2 1 4、乗算回路 1 2 1 3、加算回路 1 2 1 5 によって、直交変調回路が構成されている。

【 0 0 4 8 】

②復調モジュール 3 1

次に、図 2 3 ～図 2 8 を参照して、図 1 に示す復調モジュール 3 1 の構成について説明する。図 2 3 は、図 2 2 に示す復調モジュール 3 1 の構成を示すブロック図である。オーディオ記録装置 2 0 から復調信号として入力された音響信号は、入力端 3 1 1 から入力されて同期検波回路 3 1 2 の信号入力端子（3 1 2 b）へ入力される。同期検波回路 3 1 2 には、また、P L L（Phase Lock Loop）回路 3 1 5 から出力された発振信号の余弦波成分と正弦波成分とが、それぞれ、余弦波成分入力端子（3 1 2 a）と正弦波成分入力端子（3 1 2 c）から入力される。同期検波回路 3 1 2 は、これらの入力信号に基づいて、入力変調信号の実数成分と虚数成分をそれぞれ実数成分出力端子（3 1 2 i）と虚数成分出力端子（3 1 2 j）とから出力する。同期検波回路 3 1 2 から出力された入力変調信号の実数成分と虚数成分は、ともに、直交座標→極座標変換回路 3 1 3 と、トリガ信号発生器 3 1 4 とへ入力される。

【 0 0 4 9 】

直交座標→極座標変換回路 3 1 3 は、同期検波回路 3 1 2 から出力された入力変調信号の実数成分と虚数成分とに基づき、トリガ信号発生器 3 1 4 から出力されたトリガ信号に同期したタイミングで、直交座標データを極座標データに変換し、 $0 \sim 2\pi$ の角度データとして角度出力端子（3 1 3 h）から出力するとともに、角度データを 1 6 分解したときの誤差成分を誤差成分出力端子（3 1 3 i）から出力する。トリガ信号発生器 3 1 4 は、同期検波回路 3 1 2 から出力された入力変調信号の実数成分と虚数成分とに基づいて、同期タイミングを決定するト

リガ信号を発生し、トリガ信号出力端子（3 1 4 k）から出力する。

【 0 0 5 0 】

1 6 D P S K アン・マップ（逆写像）回路 3 1 6 は、直交座標→極座標変換回路 3 1 3 から出力された角度データを入力し、トリガ信号発生器 3 1 4 から出力されたトリガ信号に同期したタイミングで、角度情報を 4 ビットのデジタルデータに変換して出力する。P L L 回路 3 1 5 は、直交座標→極座標変換回路 3 1 3 から出力された誤差データを入力し、その誤差データに基づいてとキャリア周波数を補正した周波数値を有する交流波形を P L L 発振回路によって発生し、その余弦波成分と正弦波成分を出力する。

【 0 0 5 1 】

次に、図 2 4 を参照して図 2 3 に示す同期検波回路 3 1 2 の構成について説明する。同期検波回路 3 1 2 は、増幅器 3 1 2 d、乗算回路 3 1 2 e、3 1 2 f、実数用（R）のコサインロールオフフィルタ 3 1 2 g、および虚数用（I）のコサインロールオフフィルタ 3 1 2 h から構成されている。入力端子 3 1 2 b から入力された変調信号は、増幅器 3 1 2 d で増幅された後、乗算回路 3 1 2 e および 3 1 2 f に入力されて、それぞれ、入力端子 3 1 2 a から入力される余弦成分と掛け合わされるとともに、入力端子 3 1 2 c から入力される正弦成分とが掛け合わされる。乗算回路 3 1 2 e と乗算回路 3 1 2 f の出力は、それぞれ、コサインロールオフフィルタ 3 1 2 g と、コサインロールオフフィルタ 3 1 2 h とに入力される。コサインロールオフフィルタ 3 1 2 g と、コサインロールオフフィルタ 3 1 2 h は、それぞれ、入力信号に対して、ロールオフ率 $\alpha = 1.0$ でベースバンド帯の帯域制限を行って、実数成分と虚数成分とを抽出し、抽出した結果を出力端子 3 1 2 i と出力端子 3 1 2 j とからそれぞれ出力する。

【 0 0 5 2 】

次に、図 2 5 を参照して直交座標→極座標変換回路 3 1 3 の構成について説明する。図 2 5 に示す直交座標→極座標変換回路 3 1 3 は、直交座標→極座標変換器 3 1 3 c と、乗除算回路 3 1 3 d と、モジュロ関数回路 3 1 3 e と、加減算回路 3 1 3 g と、定数発生器 3 1 3 f とから構成されている。

【 0 0 5 3 】

直交座標→極座標変換器 3 1 3 c は、入力端子 3 1 3 a から入力される実数成分と入力端子 3 1 3 b から入力される虚数成分とによって示される直交座標系の座標データを、トリガ発生器 3 1 4 から供給されるトリガ信号に基づいて、極座標系の座標データに変換し、変換の結果得られた変調信号の位相角度データを、出力端子 3 1 3 h から角度データとして出力するとともに、乗除算回路 3 1 3 d へ入力する。乗除算回路 3 1 3 d は、直交座標→極座標変換回路 3 1 3 c から入力された変調信号の位相角度データに、 $16 / (2\pi)$ を掛ける演算を行って、0 ～ 16 の数値データに変換して出力する。モジュロ関数回路 3 1 3 e は、乗除算回路 3 1 3 d から入力されたデータの小数成分を求めて出力する。加減算回路 3 1 3 g は、モジュロ関数回路 3 1 3 e から入力された小数点以下の数値から 0.5 を引いて、その演算結果を誤差データ出力端子 3 1 3 i から出力する。このようにして、位相を 16 倍してモジュロを取ることでシンボル情報を縮退させ、エラーを抽出する処理は、一般に、周波数通倍法として知られている。

【 0 0 5 4 】

次に、図 2 6 を参照して 16 DPSK アンマップ回路 3 1 6 の構成について説明する。16 DPSK アンマップ回路 3 1 6 は、乗除算回路 3 1 6 b と、ディレイ回路 3 1 6 c と、加減算回路 3 1 6 d と、モジュロ関数回路 3 1 6 g と、グレイコード逆変換回路 3 1 6 e とから構成されている。乗除算回路 3 1 6 b は、直交座標→極座標変換回路 3 1 3 c から入力された 0 ～ 2π のいずれかの値を示す角度データに、 $16 / (2\pi)$ を掛ける演算を行うことで、0 ～ 16 の数値データに変換して出力する。加減算回路 3 1 6 d は、トリガ発生器 3 1 4 から供給されるトリガ信号に基づい、乗除算回路 3 1 6 b から出力される絶対位相を示す角度データから、ディレイ回路 3 1 6 c で 1 データ分遅延された角度データを引くことで、絶対位相値を相対位相値に変換する処理を行う。モジュロ関数回路 3 1 6 g は、この相対位相値を「16」によって除算した余りを出力する。グレイコード逆変換回路 3 1 6 e は、モジュロ関数回路 3 1 6 g の出力データに基づいて、グレイコードの逆変換を行って、Nibble データを出力する。

【 0 0 5 5 】

次に、図 2 7 を参照してトリガ発生器 3 1 4 の構成について説明する。トリガ

発生器 3 1 4 は、同期検波回路 3 1 2 から供給される実数成分の信号を入力する入力端子 3 1 4 a と、虚数成分の信号を入力する入力端子 3 1 4 b と、1 データ分のディレイ回路 3 1 4 c と、加減算回路 3 1 4 d と、絶対値回路 3 1 4 e と、閾値発生回路 3 1 4 f と、比較回路 3 1 4 g と、立ち上がりエッジ検出回路 3 1 4 h と、サンプリングクロック発生回路 3 1 4 i と、カウンタ回路 3 1 4 j と、トリガ信号の出力端子 3 1 4 k とから構成されている。加減算回路 3 1 4 d は、入力端子 3 1 4 a から入力される実数成分から、それをディレイ回路 3 1 4 c で 1 データ分遅延した値を引いて、引き算の結果を絶対値回路 3 1 4 e へ供給する。絶対値回路 3 1 4 e は、加減算回路 3 1 4 d の絶対値を出力する。比較回路 3 1 4 g は、絶対値回路 3 1 4 e の出力と、閾値発生回路 3 1 4 f から出力される所定の閾値とを比較して、絶対値回路 3 1 4 e が閾値以上となったときに出力信号の信号レベルを立ち上げる処理を行う。立ち上がりエッジ検出回路 3 1 4 h は、比較回路 3 1 4 g の出力信号に立ち上がりエッジが検出されたとき、カウンタ回路 3 1 4 j へリセット信号を出力する。カウンタ回路 3 1 4 j は、記録媒体 2 2 のオーディオ信号のサンプリング周波数 4 4 1 0 0 k H z をキャリア周波数 6 3 0 0 H z で割った値 7 のカウント周期を有するアップカウンタ（0 ～ 6 を繰り返しカウントするもの）で、立ち上がりエッジ検出回路 3 1 4 h の出力信号をリセット信号としてリセット入力（R S T）へ入力するとともに、クロック入力（C L K）へ入力されるサンプリングクロック発生回路 3 1 4 i から発生されるの 4 4 1 0 0 k H z のクロック信号に従ってカウント動作を行い、カウント周期の中間点で一致したことを示す出力信号（H i t）をトリガ信号として出力端子 3 1 4 k から出力する。

【 0 0 5 6 】

次に、図 2 8 を参照して P L L 回路 3 1 5 の構成について説明する。P L L 回路 3 1 5 は、直行座標→極座標変換回路 3 1 3 から出力される誤差信号パルス列を入力する入力端子 3 1 5 a と、入力端子 3 1 5 a に入力された信号のフィルタリングを行うループフィルタ 3 1 5 b と、ループフィルタ 3 1 5 b の出力レベルを増幅するループゲインアンプ 3 1 5 c と、キャリア周波数 6 3 0 0 H z に対応する値のデータを出力する所定値発生回路 3 1 5 d と、ループゲインアンプ 3 1

5 c の出力と所定値発生回路 3 1 5 d の出力とを加算する加算回路 3 1 5 e と、加算回路 3 1 5 f の出力値に応じた周波数を有する発振信号を発振する電圧制御発信器 3 1 5 f と、電圧制御発信器 3 1 5 f の発振信号の余弦波成分を出力する出力端子 3 1 5 g と、正弦波成分を出力する出力端子 3 1 5 h とから構成されている。ループフィルタ 3 1 5 b は、カットオフ周波数を ω_c とするローブーストフィルタ (Low Boost Filter) であって、入力信号中の角周波数 ω_c 以上の周波数成分をゲイン 1 で出力するとともに、角周波数 ω_c 以下の周波数成分に対して、振幅レベルをゲイン 1 以上に増幅して出力する。

【 0 0 5 7 】

以上説明した各構成によって図 2 3 に示す復調モジュール 3 1 は、オーディオ記録装置 2 0 から入力された復調信号を、1 6 D P S K によって復調して、復調したデータを Data → M I D I 変換モジュール 3 2 へ供給する。

【 0 0 5 8 】

なお、本発明の実施の形態は上記のものに限定されるものではなく、例えば、変調方式は、上述した 1 6 値の D P S K に限られず、他の 2 より大きい多値 D P S K を選択したり、他の多値変調方式を採用することも可能である。例えば 8 (= 2³) 値 D P S K を採用した場合には、単位データを 3 ビット長とすればよく、4 (= 2²) 値 D P S K を採用した場合には、単位データを 2 ビット長とすればよい。また、キャリア周波数、状態遷移の方法、位相空間配置等の設定も上記に限定されることなく適宜変更可能である。また、本発明に係る変調装置および復調装置は、記録媒体に対する記録再生のみならず、伝送媒体を介して伝送する際にも使用可能である。

【 0 0 5 9 】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、所定ビット数の単位データからなり、非同期に発生する音楽情報デジタル信号を順次受け取るとともに、所定ビット数の単位データからなる同期信号を必要なだけ補充することにより、音楽情報デジタル信号の間隙を埋め、音楽情報デジタル信号または同期信号である単位データを連続的に繋いだデータ信号を出力し、前記単位データを 1 シンボルとし、多

値差分位相シフトキーイングによって、前記データ信号を音信号に変換するようにしたので、複数の音楽用記録チャンネルを有するCD等の記録媒体において音楽用記録チャンネルにMIDIデータ等の音楽情報デジタルデータを音信号として記録する際に、従来よりもよりレートの高い記録転送レートを確保できるようになるとともに、従来よりも容易に音楽情報デジタルデータすべてのメッセージを記録および再生可能とすることができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明による音楽情報デジタル信号の変・復調システムの全体構成を示すブロック図である。

【図 2】 図 1 に示す本実施形態の変・復調システム 1 の具体例を示す図である。

【図 3】 図 1 に示すMIDI→Data変換モジュール 11 のブロック図である。

【図 4】 図 1 に示すData→MIDI変換モジュール 32 のブロック図である。

【図 5】 本発明の実施形態に係るMIDIデータの各変換モジュールで用いるデータ変換テーブルである。

【図 6】 同データ変換内容を説明するための図である。

【図 7】 同データ変換内容を説明するための図である。

【図 8】 同データ変換内容を説明するための図である。

【図 9】 同データ変換内容を説明するための図である。

【図 10】 同データ変換内容を説明するための図である。

【図 11】 同データ変換内容を説明するための図である。

【図 12】 同MIDIデータ変換処理内容を示すフローチャートである。

【図 13】 同MIDIデータ変換内容を説明するための図である。

【図 14】 同MIDIデータ変換内容を説明するための図である。

【図 15】 同MIDIデータ変換内容を説明するための図である。

【図 16】 同MIDIデータ変換内容を説明するための図である。

【図 17】 同MIDIデータ変換内容を説明するための図である。

【図 1 8】 同 M I D I データ変換内容を説明するための図である。

【図 1 9】 本実施形態の D a t a → M I D I 変換モジュール 3 2 におけるニブルストリームの状態遷移図である。

【図 2 0】 本実施形態における 1 6 D P S K 信号の空間配置を一覧にして示す図である。

【図 2 1】 図 2 0 に示す 1 6 D P S K 信号の空間配置を信号空間配置図として示す図である。

【図 2 2】 図 1 に示す変調モジュール 1 2 の構成を示すブロック図である。

【図 2 3】 図 1 に示す復調モジュール 3 1 の構成を示すブロック図である。

【図 2 4】 図 2 3 に示す同期検波回路 3 1 2 の構成を示すブロック図である。

【図 2 5】 図 2 3 に示す直交座標→極座標変換回路 3 1 3 の構成を示すブロック図である。

【図 2 6】 図 2 3 に示す 1 6 D P S K アン・マップ回路 3 1 6 の構成を示すブロック図である。

【図 2 7】 図 2 3 に示すトリガ発生器 3 1 4 の構成を示すブロック図である。

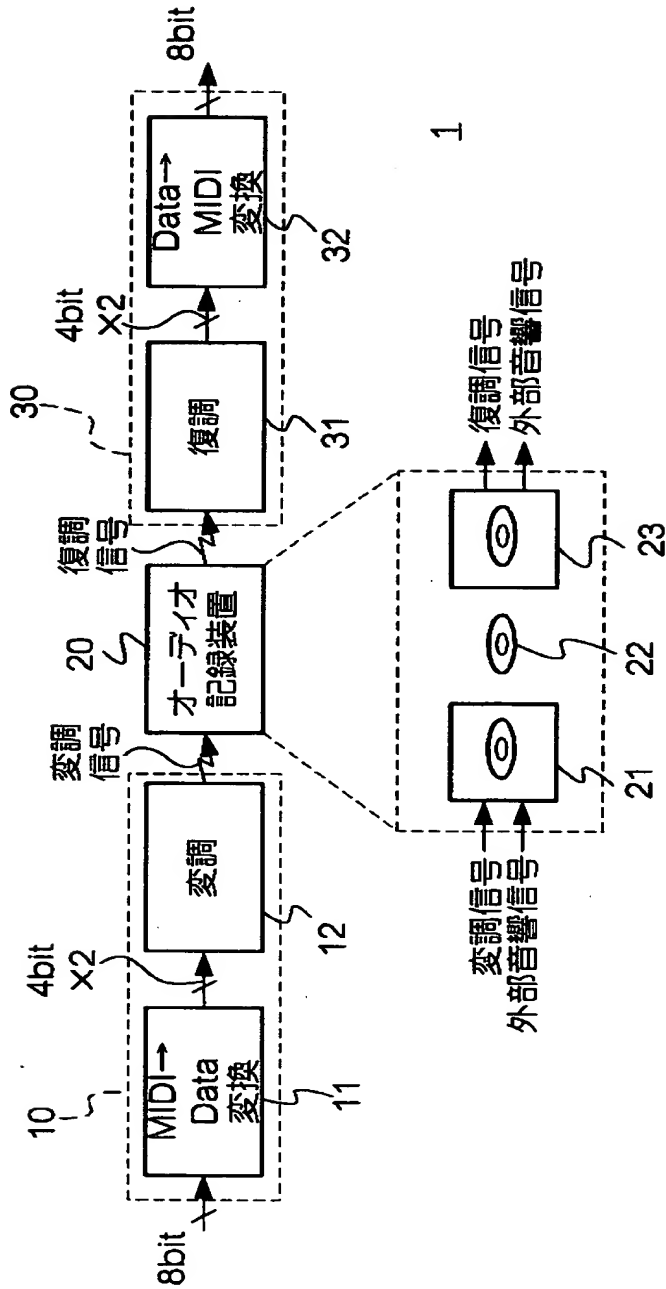
【図 2 8】 図 2 3 に示す P L L 回路 3 1 5 の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 … 変・復調システム、1 0 … 変調装置、1 1 … M I D I → D a t a 変換モジュール、1 2 … 変調モジュール、2 0 … オーディオ記録装置、2 1 … オーディオ信号記録装置、2 2 … 記録媒体、2 3 … オーディオ信号復調装置、3 0 … 復調装置、3 1 … 復調モジュール、3 2 … D a t a → M I D I 変換モジュール。

【書類名】 図面

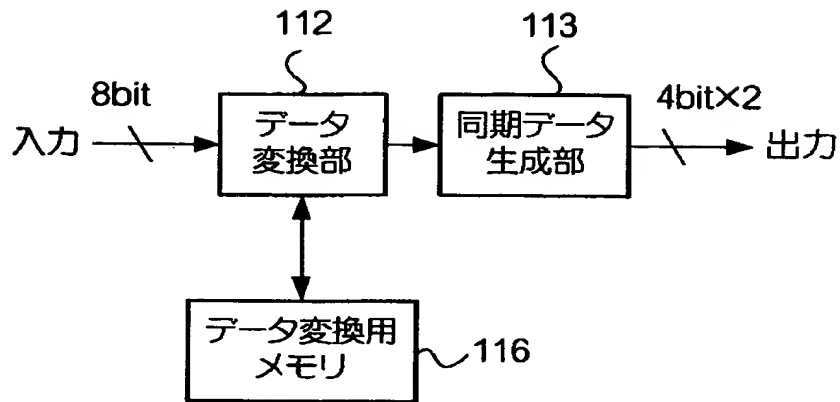
【図 1】



【図2】

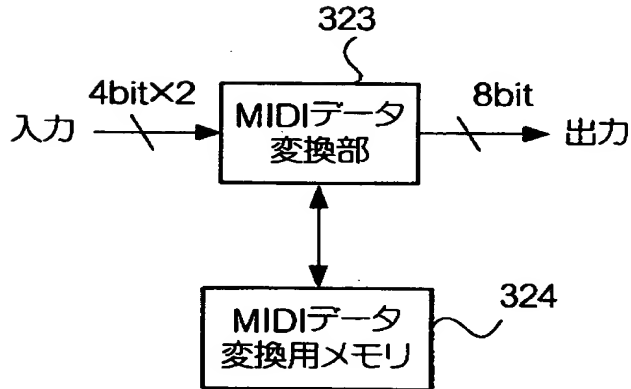
項目	仕様	単位	備考
変調波記録チャンネル	R	Channel	L.Ch.にはオーディオ信号を記録
伝送速度	25.2	k bps (k bit/sec)	MIDIの31.25kbpsに相当
Carrier周波数	6.30	kHz	
Symbol速度	6.30	k baud (k symbol/sec)	オーディオ記録装置(伝送路)の状態が悪い時は3.15Kbaudも使用する
Symbol当たりビット数	4	bit/symbol	
符号化方式	4bitグレイコード		
変調方式	16値DPSK		
検波方式	同期検波		
データ同期方式	Sync Nibbleによる		
録音時オーディオ信号 遅延時間	0	msec	
再生時オーディオ信号 遅延時間	500	msec	
録音レベル	-6.0~-12.0	dB	フルレンジに対しての値
曲先頭無信号区間	2.0以上	sec	同期を取るために必要な時間

【図 3】



11 : MIDI→Data変換モジュール

【図 4】



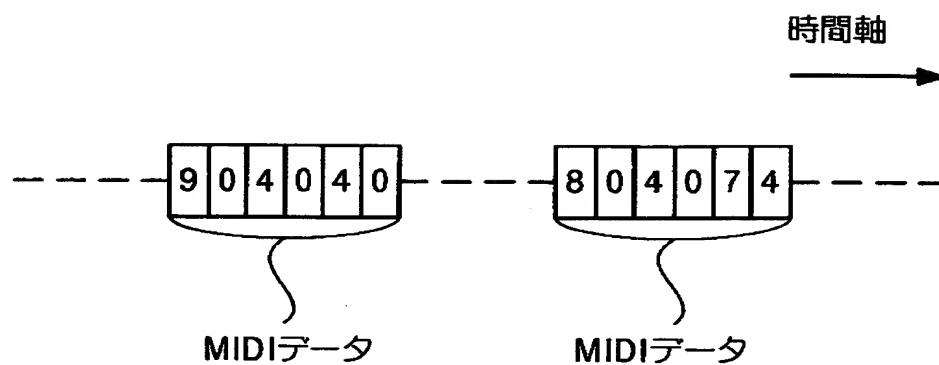
32 : Data→MIDI変換モジュール

【図 5】

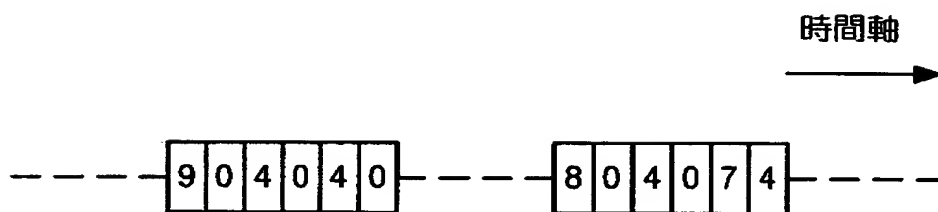
MIDIデータの ステータスバイト (16進表記)	データ変換部12 による変換後データ (16進表記)	ステータスバイトの 具体的内容 (参考内容)
C1	C41	チャンネル0のプログラムチェンジ
C2	C42	チャンネル1のプログラムチェンジ
C3	C43	チャンネル2のプログラムチェンジ
⋮	⋮	⋮
CF	C4F	チャンネルFのプログラムチェンジ
F0	C0	エクスクルーシブ
F1	C1	タイムコードクォータフレーム
F2	C2	ソングポジションポインタ
F3	C3	ソングセレクト
F4	C54	(未定義)
F5	C55	(未定義)
F6	C6	チューンリクエスト
F7	C7	エンドオブエクスクルーシブ
F8	C8	タイミングクロック
F9	C9	(未定義)
FA	CA	スタート
FB	CB	コンティニュー
FC	CC	ストップ
FD	CD	(未定義)
FE	CE	アクティブセンシング
FF	CF	システムリセット

(上記以外はデータ変換なし)

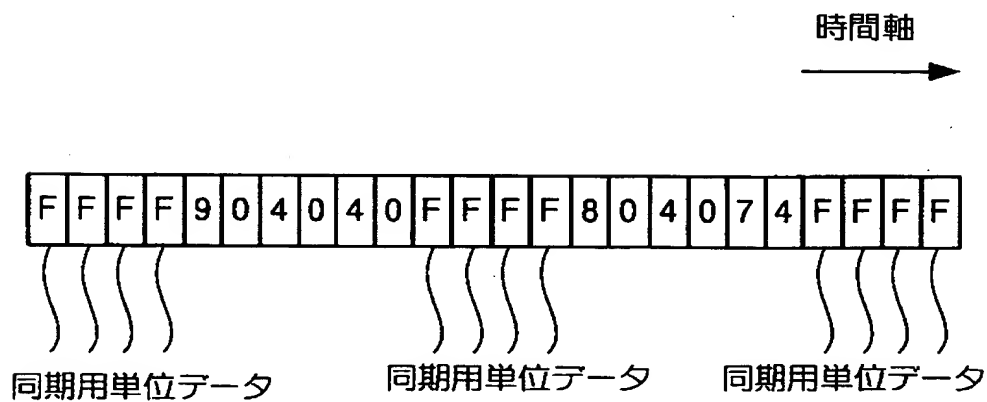
【図 6】



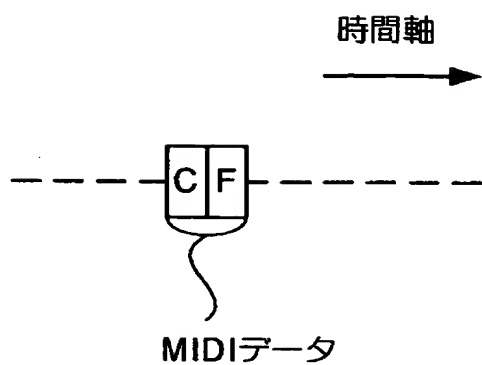
【図 7】



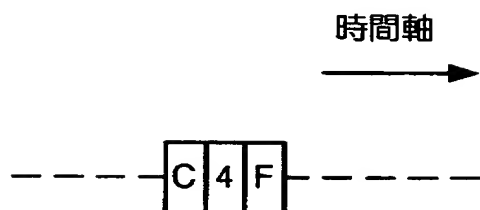
【図 8】



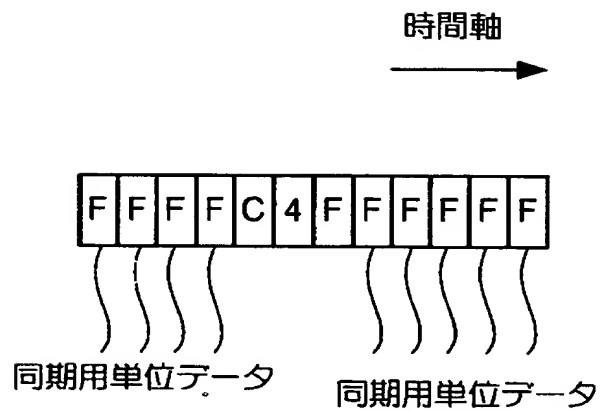
【図 9】



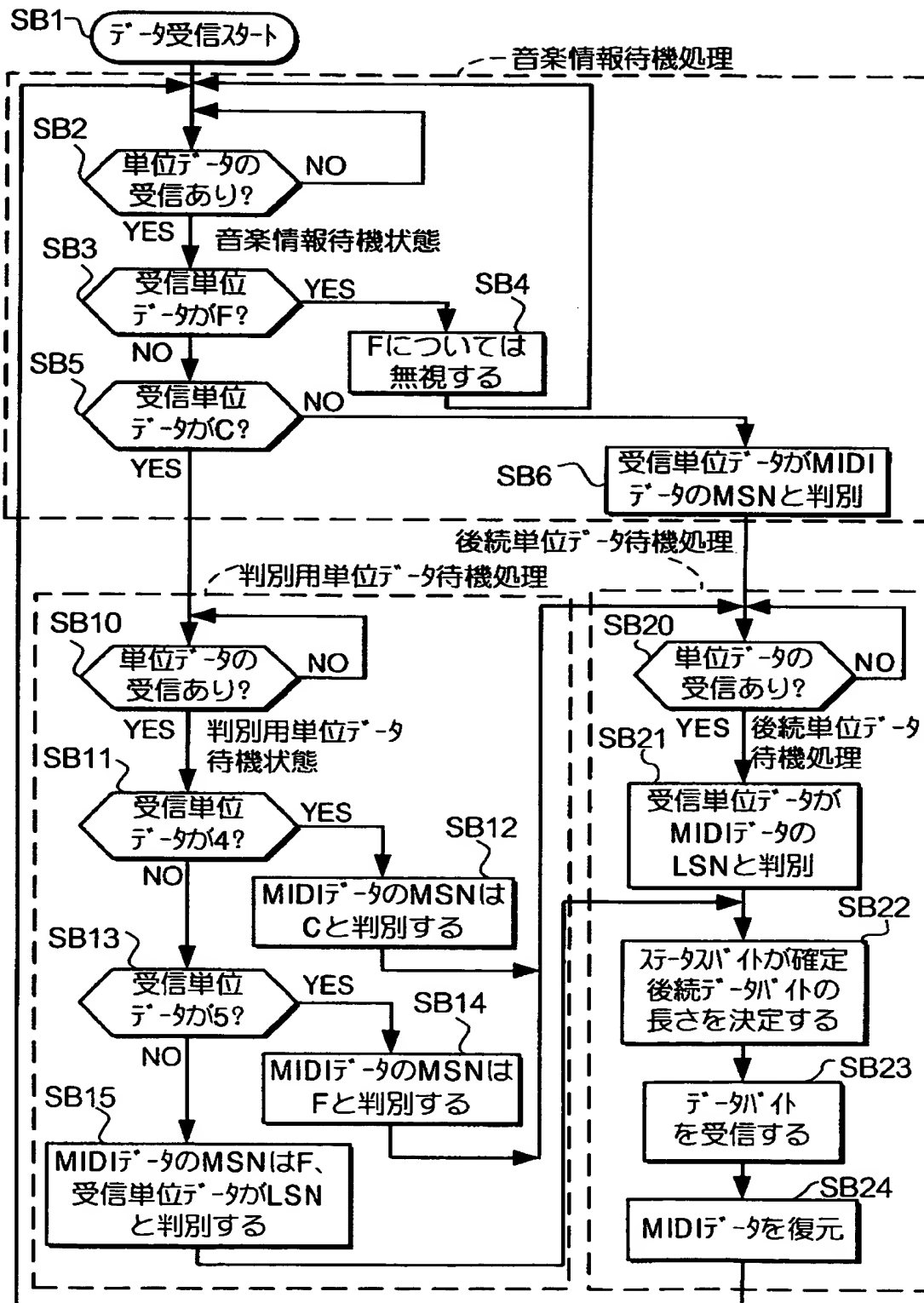
【図 1 0】



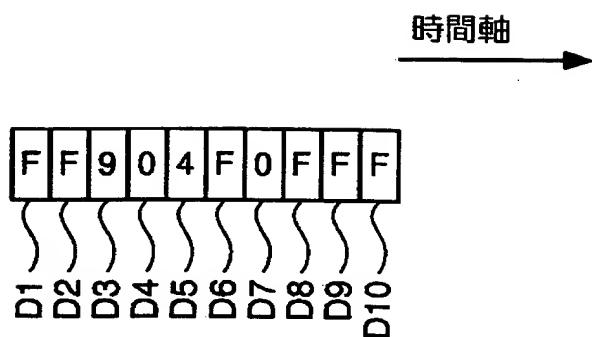
【図 1 1】



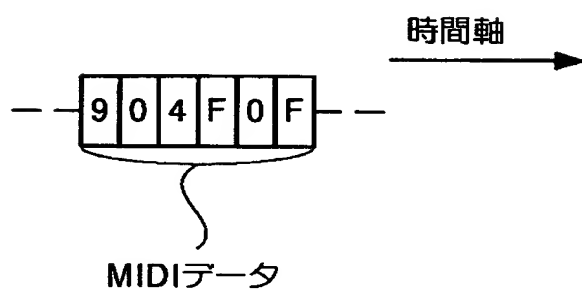
【図 12】



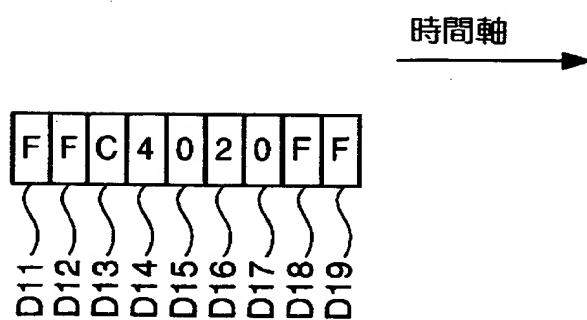
【図 1 3】



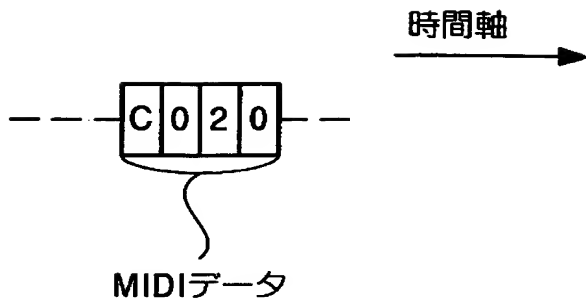
【図 1 4】



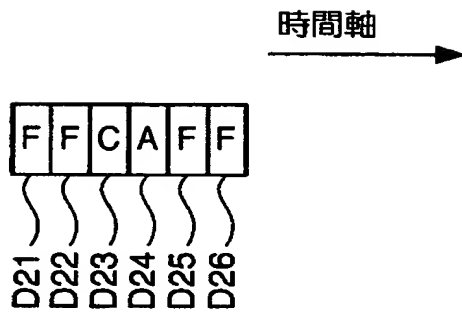
【図 1 5】



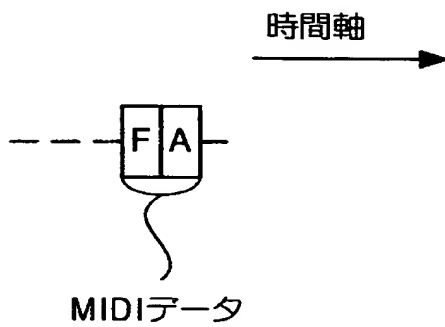
【図 1 6】



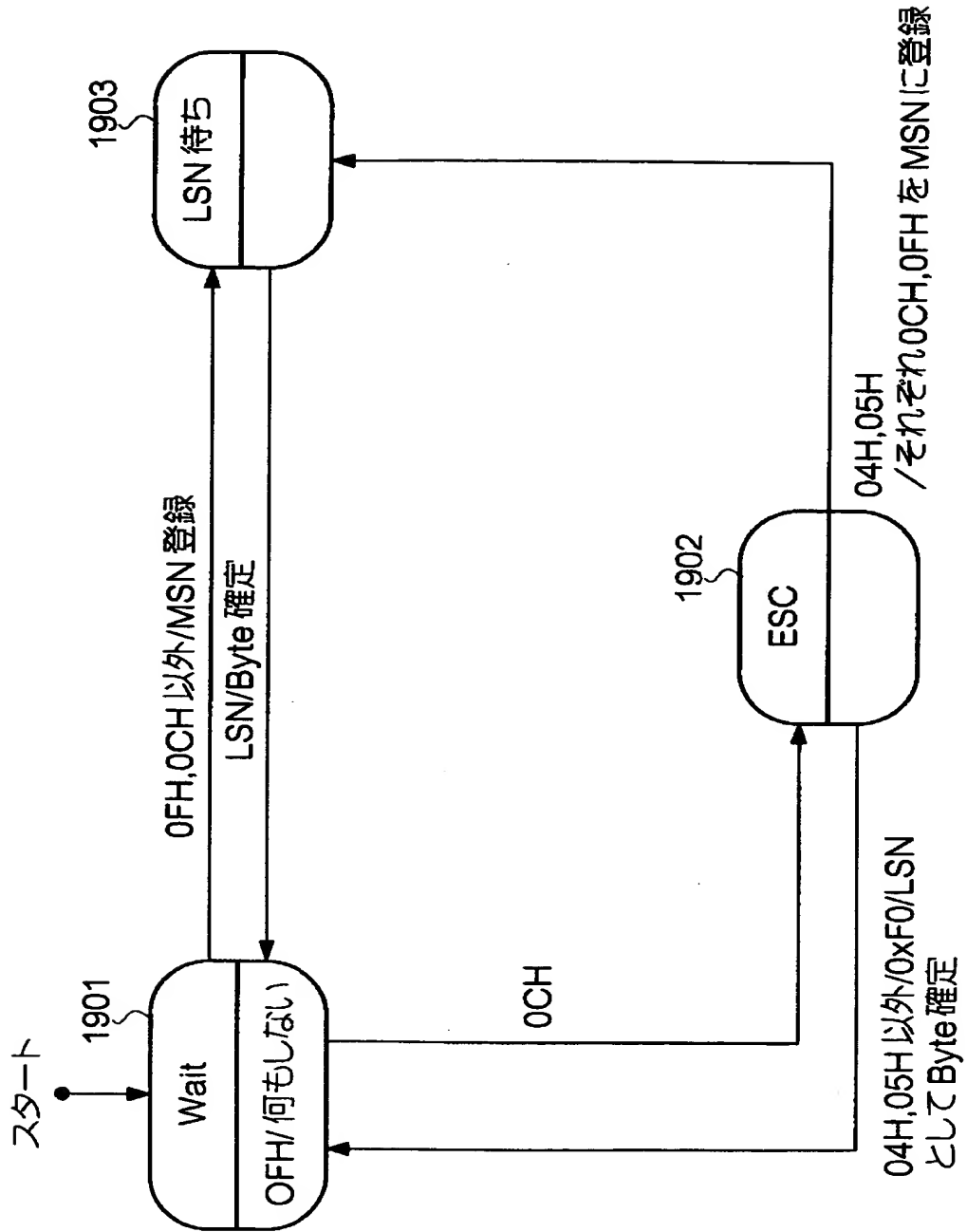
【図 1 7】



【図 1 8】



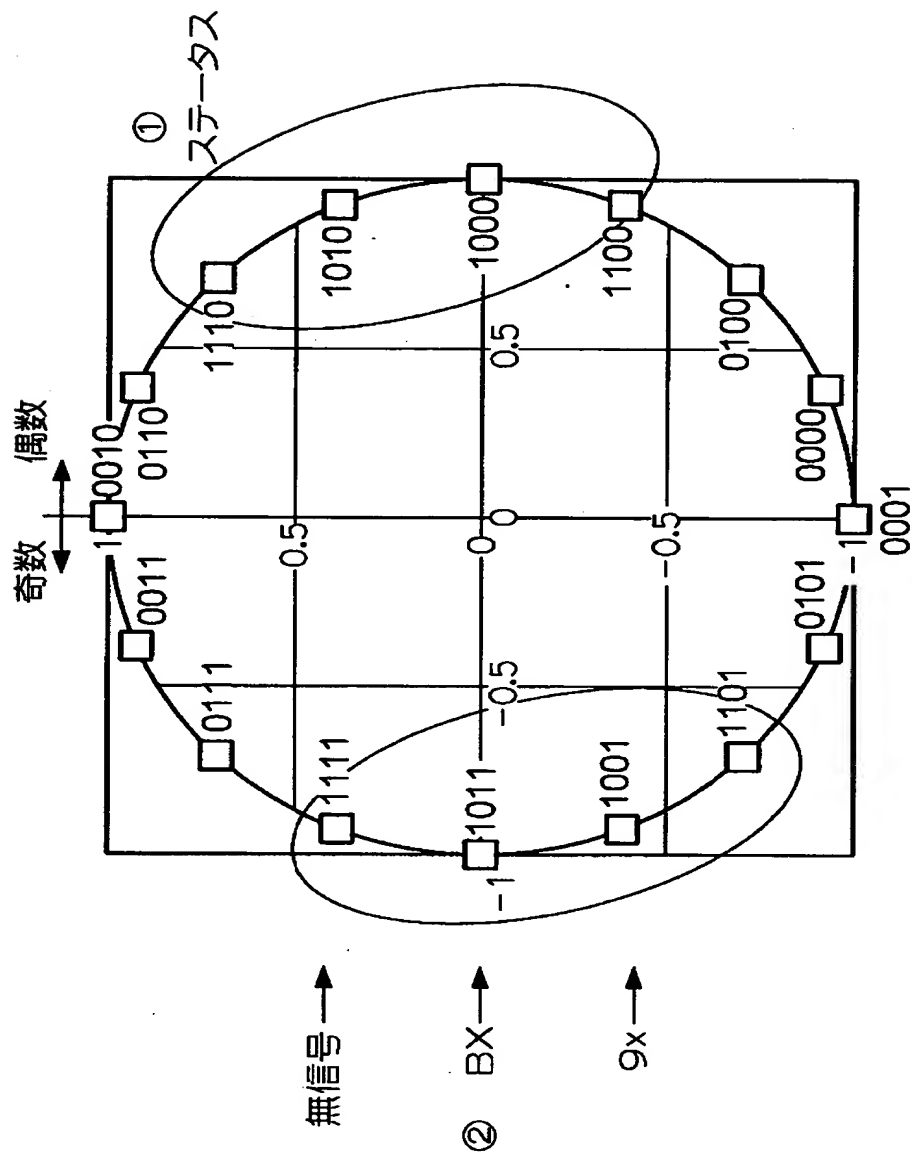
【図 1 9】



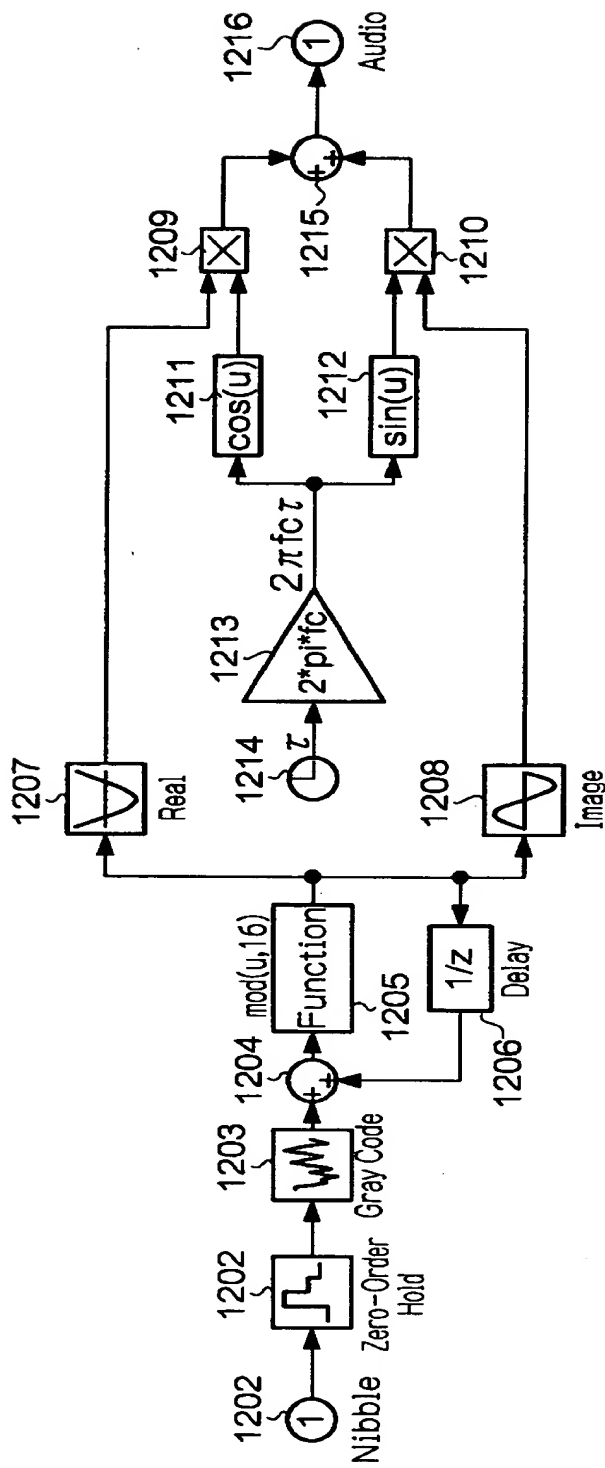
【図 2 0】

Gray Code Data	[Dec]	位相 [rad]	I成分	Q成分
1000	0	0	1	0
1010	1	0.392699	0.92388	0.382683
1110	2	0.785398	0.707107	0.707107
0110	3	1.178097	0.382683	0.92388
0010	4	1.570796	0	1
0011	5	1.963495	-0.38268	0.92388
0111	6	2.356194	-0.70711	0.707107
1111	7	2.748894	-0.92388	0.382683
1011	8	3.141593	-1	0
1001	9	3.534292	-0.92388	-0.38268
1101	10	3.926991	-0.70711	-0.70711
0101	11	4.31969	-0.38268	-0.92388
0001	12	4.712389	0	-1
0000	13	5.105088	0.382683	-0.92388
0100	14	5.497787	0.707107	-0.70711
1100	15	5.890486	0.92388	-0.38268

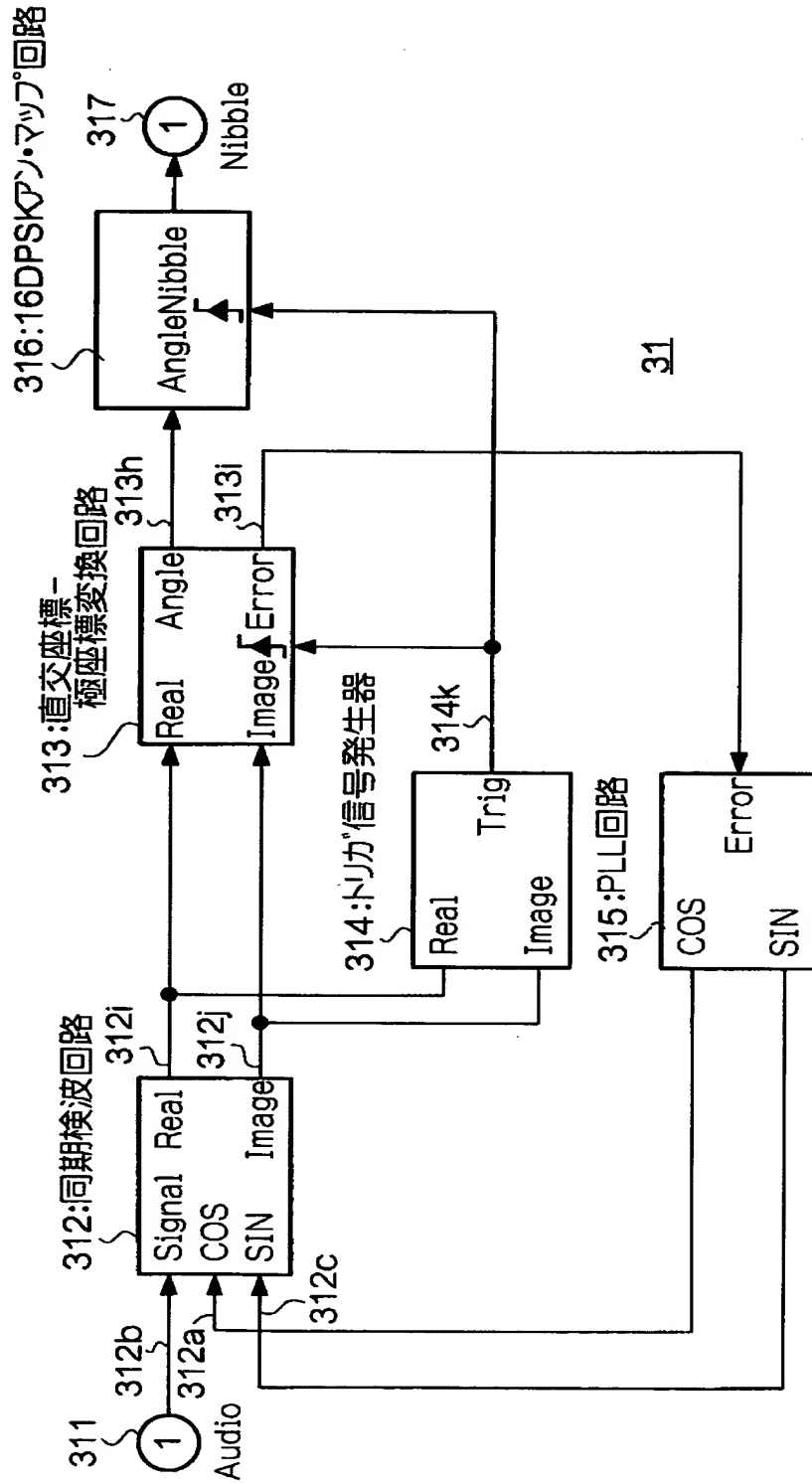
【図 2 1】



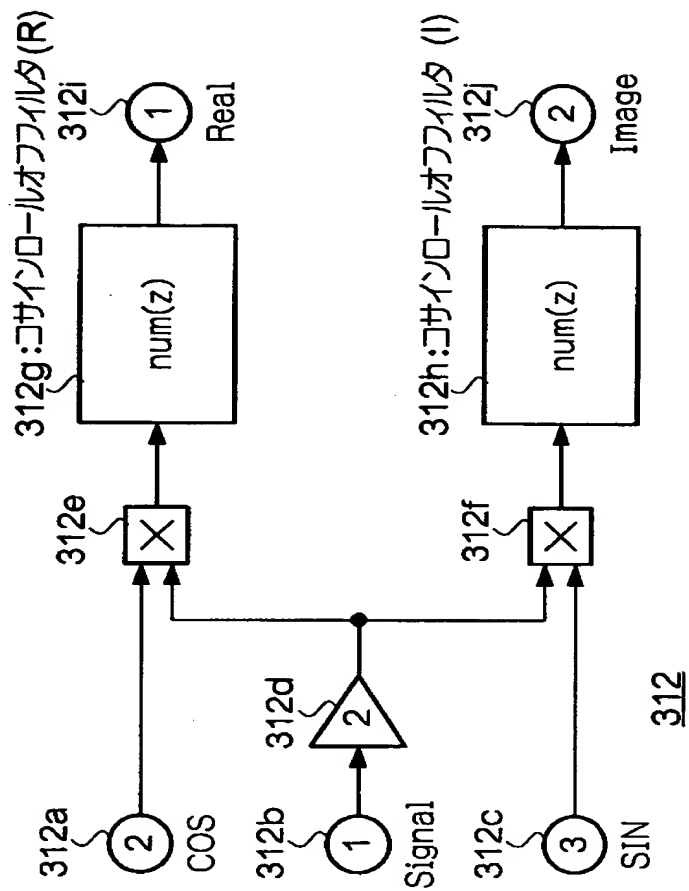
【図 2 2】



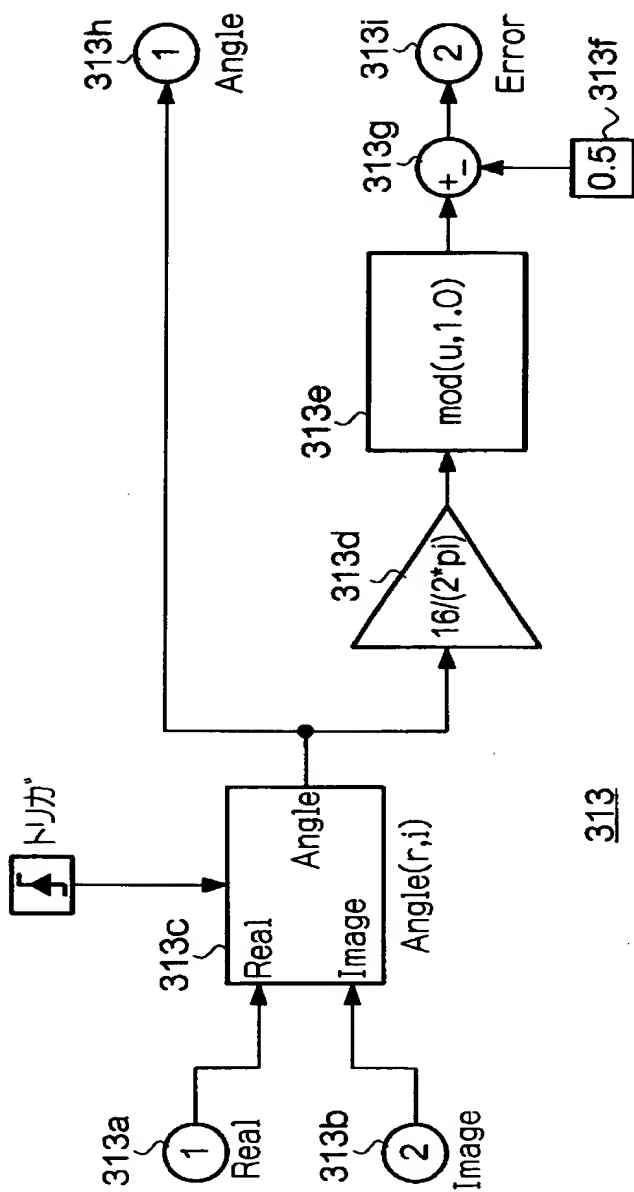
【図 23】



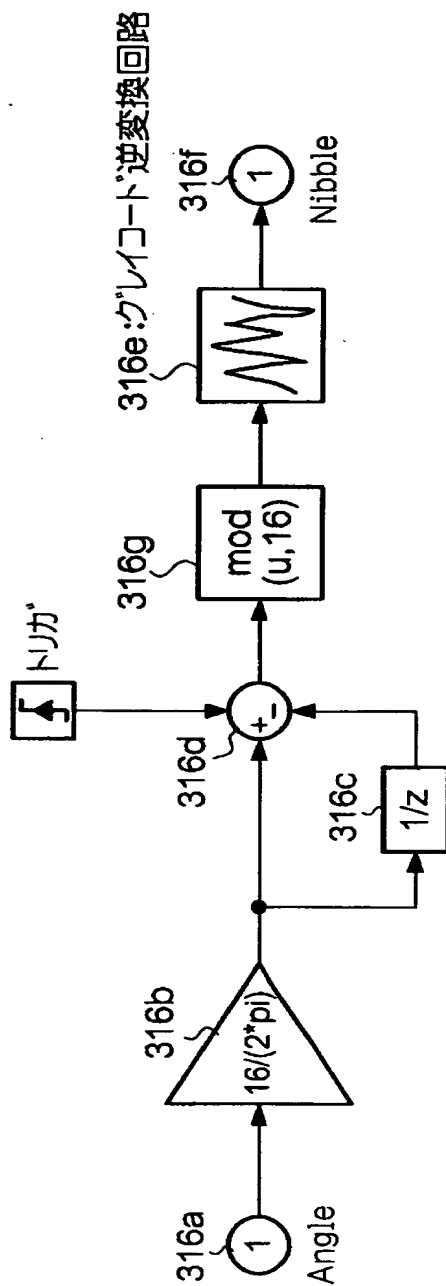
【図 24】



【図 25】

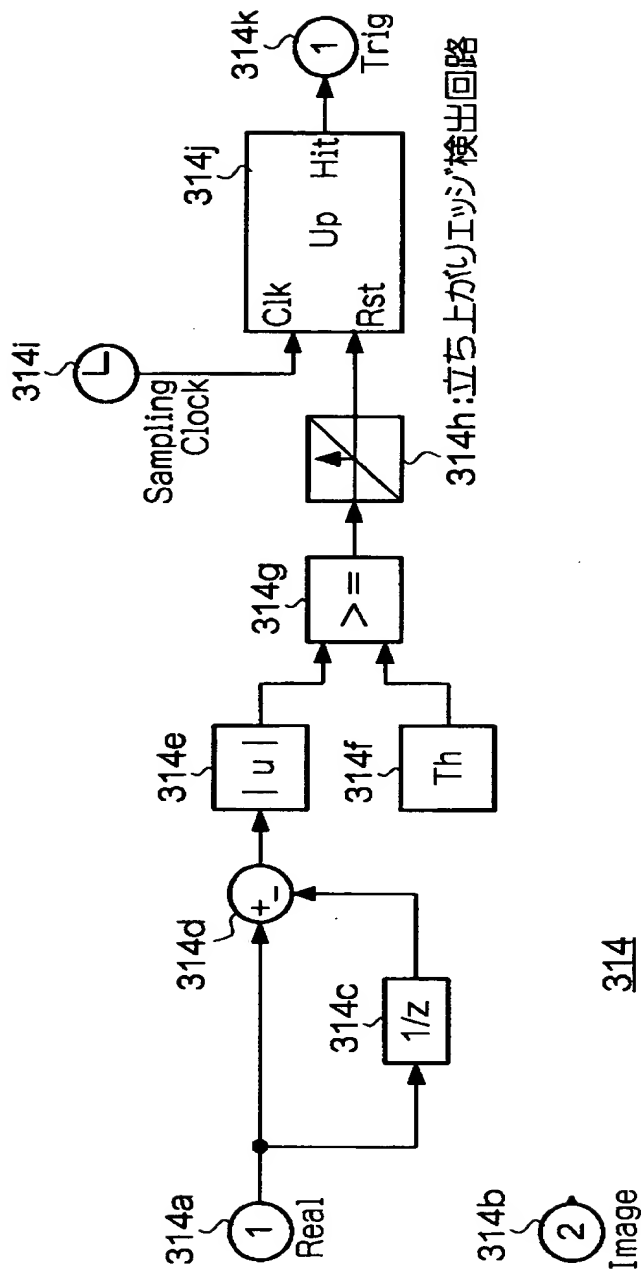


【図 26】

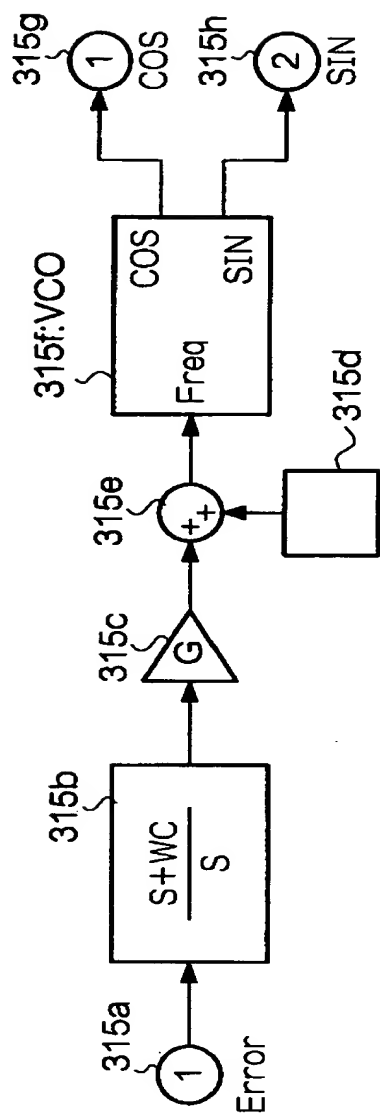


316

【図 27】



【図 2 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 C D等の記録媒体の音楽用記録チャンネルにM I D Iデータを音信号として記録する際に、情報の消失を伴うデータ圧縮などを用いず、高い記録転送レートで記録再生を行うことを可能にする変・復調装置を提供する。

【解決手段】 複数チャンネルの音信号を記録可能な音楽用C D 2 2の1チャンネルにM I D Iデータを音信号として記録するため、入力されたM I D Iデータに基づいて記録する音信号を変調する変調装置1 0であって、入力されたM I D Iデータに同期用の信号を補充して4ビット単位で連続するデータ信号に変換するM I D I→D a t a変換モジュール1 1と、4ビット単位を1シンボルとして1 6値差分位相シフトキーイング（D P S K）によって、データ信号を音信号に変換する変調モジュール1 2とを備えている。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004075]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	静岡県浜松市中沢町10番1号
氏 名	ヤマハ株式会社